

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.


Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

1 / 1 DWPI - ©Thomson Derwent - image

AN - 2001-092584 [11]
XP - N2001-070073
TI - Method to automatically recognise fibrous material or mixtures; involves using near infrared spectroscopy to study unmodified material sample, and using neural network to evaluate results
DC - S03
PA - (CETE-) CETEX CHEMNITZER TEXTILMASCHINENENTWICKL
IN - HEINRICH H; MAERKER M; THIEMER R
NP - 1
NC - 1
PN -  **DE19920592** A1 20001109 DW2001-11 G01N-021/55 8p *
AP: 1999DE-1020592 19990504
PR - 1999DE-1020592 19990504
IC - G01N-021/55 G01N-021/35 G01N-033/36 G01N-035/00
AB - DE19920592 A
NOVELTY - The method involves using near infrared reflection spectroscopy to study an unmodified sample (2) of fibrous material. The sample is subjected to the spectroscopy several times in short sequential periods. The result of each examination is evaluated using a neural net. The individual results of the neural net are used to create a whole result, which is used to identify the sample.
DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is included for a device for implementing the method.
USE - For textile recycling plant.
ADVANTAGE - Fast and accurate method for qualitative and quantitative composition of used textile materials.
DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a schematic view of a device for implementing the method.
Conveyor belt 1
Fibrous material sample 2
Recognition unit 3
Near infrared measuring device 4
Network board 5
Personal computer 6
Sorting plant 7(Dwg.4/4)
MC - EPI: S03-E04A5B S03-E04B S03-E04B1B S03-E14G S03-E15
UP - 2001-11

THIS PAGE BLANK (USPTO)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 20 592 A 1

51 Int. Cl.⁷:
G 01 N 21/55
G 01 N 21/35
G 01 N 33/36
G 01 N 35/00
// G06F 15/18

21 Aktenzeichen: 199 20 592.2
22 Anmeldetag: 4. 5. 1999
43 Offenlegungstag: 9. 11. 2000

DE 199 20 592 A 1

71 Anmelder:
Cetex Chemnitzer Textilmaschinenentwicklung
gGmbH, 09120 Chemnitz, DE

72 Erfinder:
Thierner, Roland, Dr.-Ing., 09247 Röhrsdorf, DE;
Märker, Martin, Dipl.-Ing., 09114 Chemnitz, DE;
Heinrich, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing., 09247 Röhrsdorf,
DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Erkennung von textilen Faserstoffen

57 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Erkennung von textilen Faserstoffen bzw. Gemischen hiervon zu schaffen, die mit hoher Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit auswertbare Daten zu deren qualitativer und quantitativer Zusammensetzung liefern.

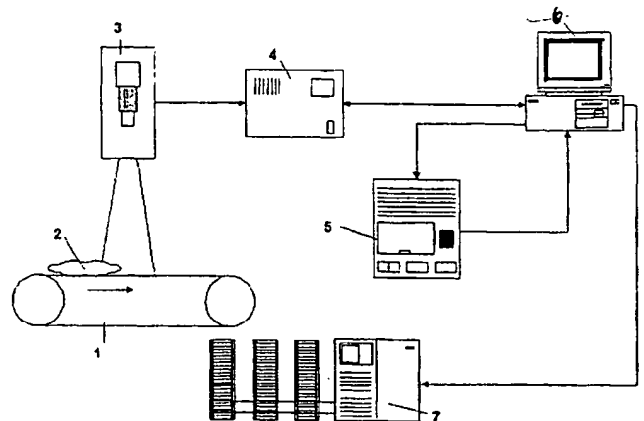
Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, bei dem eine Faserstoffprobe einer Infrarot-Spektraluntersuchung unterzogen wird, deren Ergebnis einem neuronalen Netz vorgelegt und von diesem unter Nutzung zuvor angelernter Profile ausgewertet wird, wobei erfindungsgemäß

- die Infrarot-Spektraluntersuchung der unmodifizierten Faserstoffprobe im nahen Infrarotbereich (NIR) als optische Reflexionsmessung erfolgt,
- die Faserstoffprobe in kurzen zeitlichen Abständen mehrfach nacheinander der Spektraluntersuchung unterzogen wird,

- die Ergebnisse jeder Spektraluntersuchung (Testfile) durch das neuronale Netz ausgewertet werden und
- aus den einzelnen Auswertungsergebnissen des neuronalen Netzes ein die Faserstoffprobe identifizierendes Gesamtergebnis ermittelt wird.

Die Erfindung beinhaltet außerdem eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, die gekennzeichnet ist durch

- eine spektrografische Erkennungseinheit,
- eine Signalverarbeitungseinheit zur Anpassung und Normierung der Ausgangssignale der spektrografischen Erkennungseinheit,
- ein von der Signalverarbeitungseinheit gespeistes neuronales Netz und
- einen Klassifikator zur Bewertung der ...



DE 199 20 592 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Erkennung von textilen Faserstoffen.

Als ein wesentliches technisches Problem stellt sich heute der Recycling-Prozeß von Alttextilien dar. In großen Mengen fallen Alttextilien aus Haushalten, aber auch aus Einrichtungen und Unternehmen aller Art an. Alttextilien werden als Direktlieferungen von Betrieben und als Ergebnis großer Sammelaktionen gewonnen. Nach grober Vorsortierung erfolgt ein Verdichten in Ballen und danach ein Auflösen mit Reißmaschinen. Nach entsprechender Verarbeitung erfolgt ein dosiertes Zumischen zu anderen Faserstoffkomponenten und die Verarbeitung als Mischfaserstoff.

Nachteilig ist, daß exakte Aussagen über die Zusammensetzung der aus Alttextilien gewonnenen Faserstoffkomponente nahezu unmöglich sind. In der Regel fallen Alttextilien als konfektioniertes Textilgut (Bekleidung, Wäsche etc.), als Flächengebilde (Dekoware, Tischwäsche etc.) oder als Vlies, Filz oder Garn an. Sie bestehen aus einer Mischung unterschiedlichster textiler Flächengebilde, hergestellt mit den verschiedensten Flächenbildungsverfahren, mit mannigfaltiger Struktur, Farbe und Veredlung. Schließlich – und das ist für den nachfolgenden Aufbereitungsprozeß im Sinne geschlossener Kreisläufe von größter Wichtigkeit – stellen sie eine Mischung aus verschiedenartigen Faserstoffen dar.

Textile Faserstoffe werden in großer Vielfalt hergestellt und eingesetzt. Besonders wichtig sind die natürlichen Faserstoffe Baumwolle und Wolle, native Faserstoffe wie Viskosefasern sowie Chemiefaserstoffe (Polyamid, Polyester, Polyacrylnitril). Sie repräsentieren heute eine große Breite unterschiedlicher chemischer Substanzen, die normalerweise nur durch zeitaufwendige Analyseprozesse exakt bestimmt werden können. Erschwert wird die Analyse des Textilgutes dadurch, daß diese Faserstoffe oft in sehr unterschiedlichen prozentualen Zusammensetzungen vorliegen.

Die Komposition von Faserstoffen ermöglicht unter Beachtung der vorgesehenen Faden- und Flächenbildungsverfahren und unter Berücksichtigung ökonomischen Gesichtspunkte die Optimierung eines Flächengebildes entsprechend den zu erwartenden Einsatzfällen und den hieraus abgeleiteten Forderungen. Bei Bekleidung z. B. sind dies u. a. Gebrauchstüchtigkeit, Repräsentationsgüte und bekleidungs-hygienische Eigenschaften wie Trageempfinden und Schwitzen, die entscheidend von der Rohstoffzusammensetzung bestimmt werden. Auch für eine – u. U. gesetzlich vorgeschriebene – nachfolgende Entsorgung von bestimmten technischen Textilien wie sie z. B. im Automobilbau Anwendung finden, ist die genaue Kenntnis der Ausgangsmaterialien für eine Faserstoffmischung heute von wesentlicher Bedeutung.

Alttextilien können jedoch für die Herstellung von Qualitätserzeugnissen nur dann eine entscheidende Rolle spielen, wenn sie sortengerecht getrennt und als exakt definierte Komponenten mit spezifischen Eigenschaften neuen Herstellungsverfahren für textile Produkte zugeführt werden können – als Ersatz bzw. gleichberechtigter Partner reiner Faserstoffe. Nahezu alle Recyclinglösungen, die auf die Fertigung hochwertiger Produkte zielen, erfordern das Vorliegen faserstoffsortierten Abfallmaterials.

Das schnelle und zuverlässige Erkennen der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung textiler Altmaterialien stellt sich deshalb im Sinne geschlossener Stoffkreisläufe als eine entscheidende Prozeßstufe dar.

Ein weiterer wesentlicher Anwendungsfall des Erkennens ist die Qualitätskontrolle von Faserstoffmischungen im Herstellungsprozeß. Dabei kommt es darauf an festzustellen, ob

die von einer Mischanlage aus Faserstoffen bekannter Qualität hergestellten Mischungen auch tatsächlich den Vorgaben hinsichtlich des Mischungsverhältnisses entsprechen, um damit den Prozeß gezielt beeinflussen zu können. Auch hier ist die schnelle und zuverlässige Gewinnung von Daten notwendig.

Es ist bereits bekannt, Aussagen zur Zusammensetzung eines vorgelegten Faserstoffgemisches mittels einer spektrografischen Untersuchung zu erhalten und deren Ergebnis einem neuronalen Netzwerk zur Auswertung vorzulegen (siehe Allen, G.: "An automatic analysis system for natural fibers", Konferenz-Einzelbericht: World Textile Congress on natural and Natural-Polymer Fibres, Univ. of Huddersfield, Huddersfield, GB, Jul 8–11, 1997, Seiten: 220–230).

Das dort vorgestellte System ist jedoch ausschließlich für labormäßige Untersuchungen und nicht für einen industriellen Einsatz konzipiert und geeignet. Die Erkennung ist mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden. Für die spektrografische Untersuchung bedarf es bei dem genannten Stand der Technik einer chemischen Aufbereitung der Faserstoffprobe, die einerseits mit weit über einer Stunde einen für industriellen Einsatz inakzeptablen Zeitraum in Anspruch nimmt und andererseits zur Zerstörung der untersuchten Probe führt. Das Verfahren liefert in bestimmten Fällen lediglich näherungsweise Aussagen, beispielsweise zwar zur qualitativen, aber nicht zur quantitativen Zusammensetzung einer untersuchten Faserstoffprobe. Besteht die qualitative Aussage nur in Anhaltspunkten dafür, daß das Faserstoffgemisch unerwünschte Beimengungen enthält, bedarf es sogar noch weitergehender analytischer Untersuchungen. Das genannte Verfahren ist deshalb für einen praktischen Betrieb beispielsweise an einer Sortieranlage für Alttextilien oder einer Mischanlage für Faserstoffe ungeeignet.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Erkennung von textilen Faserstoffen bzw. Gemischen hiervon zu schaffen, die mit hoher Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit auswertbare Daten zu deren qualitativer und quantitativer Zusammensetzung liefern.

Diese Aufgabe wird durch das Erfindung gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Merkmale enthalten die Ansprüche 2 bis 16. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist in Anspruch 17 angegeben, der durch die Ansprüche 18 bis 22 mit weiteren Merkmalen untersetzt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet, daß eine qualitative und quantitative Erkennung von Faserstoffproben unter industriellen Praxisbedingungen erfolgen kann. Die spektroskopische Untersuchung der Faserstoffprobe erfolgt im nahen Infrarotbereich (NIR) an der unveränderten Probe. Damit ist es möglich, von einer vorgelegten Probe, z. B. einer Alttextilie, in einem Zeitraum von einigen Millisekunden ein auswertbares spektrografisches Untersuchungsergebnis zu erhalten. Dies ist einmal für die Schnelligkeit des Verfahrens von Bedeutung. Andererseits ist damit zu rechnen, daß das Ergebnis der spektrografischen Untersuchung in gewissem Maße von der Beschaffenheit und Lage einer untersuchten Faserstoffprobe abhängig ist (beispielsweise bei unterschiedlicher Oberflächenstruktur oder Faserstoffzusammensetzung an verschiedenen Stellen oder auf Vorder- und Rückseite einer Alttextilie). Dem hilft die Erfindung dadurch ab, daß dank der oben erwähnten Schnelligkeit die spektroskopische Untersuchung an ein und derselben Faserstoffprobe in kurzen Abständen nacheinander mehrfach ausgeführt wird. Dabei ist es möglich, die Untersuchung an der gleichen oder an einer oder mehreren anderen Stellen durchzuführen. Das Gesamtergebnis ergibt sich dann aus einer Bewertung mehrerer Einzelergebnisse, wor-

auf noch einzugehen sein wird. Andererseits kann die spektroskopische Untersuchung sowohl an der ortsunveränderlichen als auch an der mit Prozeßgeschwindigkeit (bspw. eines Sortierprozesses für Alttextilien) bewegten Faserstoffprobe erfolgen.

Die Ergebnisse jeder spektrografischen Untersuchung werden einem neuronalen Netz zur Bewertung vorgelegt. Neuronale Netze sind künstliche informationsverarbeitende Systeme, die aus einer großen Anzahl einfacher Zellen bestehen, zwischen denen ein Informationsaustausch stattfindet. Sie sind massiv parallele, lernfähige Systeme, deren Besonderheit darin besteht, gewisse Aufgaben selbständig zu erlernen. Sie werden dazu nicht speziell programmiert, sondern durch ein Lernverfahren mit einer großen Klasse von Trainingsmustern trainiert. Das ermöglicht ihre wesentliche Eigenschaft, auf veränderte Eingaben mit veränderten Ausgaben zu reagieren.

Neuronale Netze weisen im allgemeinen folgenden Aufbau auf: Zellen, ein Verbindungsnetzwerk der Zellen, dessen Gewichte variiert werden können, eine Propagierungsfunktion und schließlich eine Lernregel, mit der das neuronale Netz lernt, für eine vorgegebene Eingabe eine gewünschte Ausgabe zu erzeugen. Unter Lernen wird hierbei eine Modifikation der Verbindungsgewichte zur besseren Übereinstimmung zwischen gewünschter und tatsächlicher Ausgabe des neuronalen Netzes verstanden.

Besonders wesentlich sind überwachte Lernverfahren. Hierbei wird zu jedem Eingabemuster das korrekte Ausgabemuster in Form einer Zielfunktion vorgegeben.

Typische Lernverfahren bestehen aus Präsentation des Eingabemusters an den Eingabeneuronen des neuronalen Netzes, der Vorwärtspropagierung – ein Verfahren, mit dem angestrebt wird, eine Konfiguration der Gewichte zu erreichen, bei der die Fehlersumme über alle Trainingsmuster gering ist – mit der ein Ausgabemuster für die aktuelle Eingabe entsteht, dem Vergleich der Ausgabe mit der Zielfunktion, der Rückwärtspropagierung zur Änderung der Verbindungsgewichte und deren Änderung. Damit wird ein neuer, qualitativ besserer Zustand erreicht. Die vielfache Wiederholung dieses Prozesses verbessert die Ausgabe des Systems. Das angelernte Netz verschleißt sich einer Analyse des Wissens oder des Lösungsvorganges.

Erfindungsgemäß wird das neuronale Netz mittels optimierter Lerndateien auf den zu erwartenden Einsatzfall vorbereitet, d. h. angelernt. In diesen Lerndateien finden sich Angaben zu den in der Probe erwarteten Faserstoffgruppen (Targets), das Lernziel (Zielfunktion) für das neuronale Netz für jedes Target, eine bestimmte Anzahl von spektralen Untersuchungsergebnissen je Target sowie die Anzahl der zu absolvierenden Lernschritte. Von der lösenden Erkennungsaufgabe hängt insbesondere die Zahl der in der Lerndatei vertretenen Targets ab. Ist z. B. aufgrund einer groben Vorsortierung nur eine bestimmte Anzahl von Faserstoffkomponenten zu erwarten oder wie im Falle einer Fasermischanlage deren Anzahl und Art genau bekannt, so kann die Belegung der Lerndatei mit den entsprechenden Targets genau bestimmt werden. Ist hingegen bezüglich der Zahl der in den Faserstoffproben enthaltenen Komponenten mit einer großen Streuung zu rechnen, so ist es notwendig, auch die Lerndatei entsprechend mit vielen verschiedenen Targets zu belegen. Das neuronale Netz wird also entsprechend der zu erwartenden Erkennungsaufgabe angelernt. Zu beachten ist hierbei jedoch der Einfluß der Übereinstimmung der Lerndatei mit dem zu erwartenden Erkennungsergebnis.

Bei einem Wechsel der Erkennungsaufgabe ist es sehr schnell möglich, das neuronale Netz mittels einer vorhandenen, an die neue Aufgabe angepaßten Lerndatei neu anzulernen und auf die Aufgabe einzustellen.

Um die Ergebnisse der spektrografischen Untersuchung an die Bedingungen der Eingangsneuronen des neuronalen Netzes anzupassen, erfolgt zunächst die Ermittlung einer vorgegebenen Anzahl signifikanter Werte (bspw. die Intensität des Spektrums bei bestimmten Wellenlängen). Diese Anzahl wird i. d. R. der Anzahl der Eingangsneuronen des neuronalen Netzes entsprechen. Abweichend hiervon kann ihre Anzahl auch niedriger sein. Hierdurch wird es möglich, in den Bewertungsvorgang des neuronalen Netzes auch Kenngrößen der Faserstoffprobe einfließen zu lassen, die nicht aus einer spektrografischen Untersuchung gewonnen wurden. Dies können z. B. Farbe, Feuchtigkeit, Struktur, Geruch o. ä. sein.

Weiterhin werden diese Referenzwerte, um von den Eingangsneuronen des neuronalen Netzes verarbeitet werden zu können, einer Anpassung unterzogen. Als günstig hat sich weiterhin eine Normierung erwiesen. Diese ist u. a. durch Anwendung eines schnellen mathematischen Berechnungsverfahrens möglich. Die Normierung kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß maximale Amplituden jedes spektrografischen Untersuchungsergebnisses auf den Wert "1", die minimalen auf den Wert "0" gesetzt werden. Im Ergebnis kommt es zu einer deutlichen Ausprägung der charakteristischen Kurve eines Faserstoffes, Drifteinflüsse werden kompensiert, Zusammensetzungen (z. B. unterschiedlich zusammengesetzte Vorder- und Rückseite) viel deutlicher sichtbar und Meßfehler erkennbar.

Entsprechend der Wirkung der dem neuronalen Netz aufgegebenen Lerndatei, die in einer spezifischen Einstellung der Gewichte der verborgenen Neuronen des neuronalen Netzes besteht, führt die Eingabe eines spektroskopischen Untersuchungsergebnisses zu einer Ausgabe des neuronalen Netzes, das als ein Ausdruck für die erkannte Qualität und Quantität der Faserstoffprobe betrachtet werden kann. Ein nachfolgender Klassifikationsvorgang bewertet und setzt die Ergebnisse der an der an der Faserstoffprobe vorgenommenen spektroskopischen Untersuchungen in ein die Faserstoffprobe identifizierendes Gesamtergebnis um. Dabei wird auch berücksichtigt, daß die Bewertungsergebnisse des neuronalen Netzes bei ein und derselben Faserstoffprobe voneinander abweichen können, so daß stark abweichende Bewertungsergebnisse zunächst aus der Betrachtung ausgeschlossen werden müssen.

Die Erfindung sieht vor, daß das Gesamtergebnis visualisiert (gedruckt oder angezeigt) und/oder zur Steuerung eines weiteren Prozesses genutzt wird. Dies kann also beispielsweise ein nachfolgender Sortierprozeß für Alttextilien oder ein Mischprozeß zur Herstellung definierter Faserstoffmischungen sein.

Die Erfindung stellt weiterhin eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Verfügung.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 ein Ablaufschema mit den wesentlichen Vorgängen innerhalb des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 2 eine Darstellung von Ergebnissen spektroskopischer Untersuchungen einer Baumwollprobe in nicht normiertem Zustand.

Fig. 3 die Spektren nach Fig. 2 in normiertem Zustand und in

Fig. 4 ein Schema einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Das erfindungsgemäße Verfahren, wie es in Anspruch 1 dargestellt ist und in den vorangehenden Ausführungen bereits ausführlich beschrieben wurde, geht von unbekannten Faserstoffproben aus, deren qualitative und quantitative Zusammensetzung zu erkennen ist (siehe Fig. 1, rechte Spalte).

Diese wird zunächst mehrfach (an gleicher Stelle oder unterschiedlichen Stellen; in Ruhe oder in Bewegung) einer spektroskopischen Untersuchung im NIR-Bereich unterzogen. Die erhaltenen Untersuchungsergebnisse werden, bevor sie einem neuronalen Netz aufgegeben werden, einer Konvertierung unterzogen. Hierfür gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Beispielsweise ist es möglich, dem Spektrogramm in einer Zahl, die der Zahl der Eingangsneuronen des neuronalen Netzes entspricht, bestimmten Wellenlängen zugeordnete Werte zu entnehmen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß über mehrere benachbarte Meßwerte ein gleichender Mittelwert gebildet und zum Meßwert bestimmt wird, der einem Eingangsneuron des Netzes aufgegeben wird. Zudem kann es sinnvoll sein, eine Normierung des Untersuchungsergebnisses vorzunehmen, indem maximale Amplituden jedes spektrografischen Untersuchungsergebnisses auf den Wert "1", die minimalen auf den Wert "0" gesetzt werden. Im Ergebnis kommt es zu einer deutlichen Ausprägung der charakteristischen Kurve eines Faserstoffes. Driftinflüsse werden kompensiert, Zusammensetzungen (z. B. unterschiedliche Vorder- und Rückseite) viel deutlicher sichtbar und Meßfehler erkennbar. Sehr deutlich sichtbar wird das im Unterschied der in den Fig. 2 und 3 wiedergegebenen Spektrogramme. Während es sich in Fig. 2 um nicht normierte Ergebnisse handelt, die infolge noch einer gewissen Streuung bei mehrfacher Durchführung der spektroskopischen Untersuchung aufweisen, zeigt Fig. 3 ein normierte Spektren, welche viel deutlicher ausgeprägt sind und zur Charakterisierung der untersuchten Faserstoffprobe besser herangezogen werden können.

Das konvertierte Untersuchungsergebnis wird einem neuronalen Netz zur Bewertung vorgelegt. Dieses Netz ist zuvor mittels einer objektbezogenen, d. h. an die zu erwartende Erkennungsaufgabe angepaßten Lerndatei "angelernt" worden. Hierunter ist zu verstehen, daß mittels eines bestimmten Lernverfahrens durch wiederholte Vorwärts- und Rückwärtspropagation die Gewichte der verborgenen Neuronen des neuronalen Netzes so eingestellt wurden, daß die Ausgabewerte des Netzes einer vorgegebenen Zielfunktion entsprechen.

Die Gewinnung der Lerndatei verdeutlicht die linke Spalte in Fig. 1. Aus der spektroskopischen Untersuchung bekannter Faserstoffproben werden mittels der oben beschriebenen Konvertierung der Meßdaten Lerndateien zusammengestellt, in denen Angaben zu den in der Faserstoffprobe erwarteten Faserstoffgruppen (Targets), das Lernziel (Zielfunktion) für das neuronale Netz für jedes Target, eine bestimmte Anzahl von spektralen Untersuchungsergebnissen je Target sowie die Anzahl der zu absolvierenden Lernschritte (in Fig. 1 mit n bezeichnet) zusammengestellt sind. Von der lösenden Erkennungsaufgabe hängt insbesondere die Zahl der in der Lerndatei vertretenen Targets ab. Ist z. B. aufgrund einer groben Vorsortierung nur eine bestimmte Anzahl von Faserstoffkomponenten zu erwarten oder, wie im Falle einer Fasermischanlage, deren Anzahl und Art genau bekannt, so kann die Belegung der Lerndatei mit den entsprechenden Targets genau bestimmt werden. Ist hingegen bezüglich der Zahl der in den Faserstoffproben enthaltenen Komponenten mit einer großen Streuung zu rechnen, so ist es notwendig, auch die Lerndatei entsprechend mit vielen verschiedenen Targets zu belegen. Das neuronale Netz wird also entsprechend der zu erwartenden Erkennungsaufgabe angelernt.

Das neuronale Netz nimmt anhand der nach Abarbeitung der Lerndatei in n Schritten eingestellten Gewichte der Hidden-Neuronen die Bewertung eines Untersuchungsergebnisses vor und verarbeitet sie zu einer Ausgabe. Diese Bewertung wird erfindungsgemäß wiederholt in der Anzahl n , in

der spektroskopische Untersuchungen ein und derselben Faserstoffprobe vorgenommen werden. Alle n vorliegenden Ausgaben des neuronalen Netzes werden schließlich einer Klassifizierung unterzogen, in welcher zum einen stark von einem einheitlichen Gesamtbild abweichende Ausgaben aus der Betrachtung ausgeschieden und die übrigen Ausgaben zu einem Endergebnis verarbeitet werden, zum anderen aber dieses Ergebnis in eine visualisierbare oder, wie in Fig. 1 angedeutet, in einem weiteren Prozeß verarbeitbare Aussage über die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Faserstoffprobe umgesetzt wird.

Eine mögliche Konstellation einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verdeutlicht Fig. 4 am Beispiel einer Sortieranlage für Alttextilien. Eine auf einem Transportband 1 bewegte Faserstoffprobe 2 (Alttextilie) wird in den Arbeitsbereich einer spektroskopischen Erkennungseinheit 3 geführt. Diese besteht intern aus einer Lampe und einem Infrarotmeßkopf, dessen Wellenlängenbereich im nahen Infrarotbereich liegt, sowie einer Signalverarbeitungseinheit in Form eines NIR-Meßgerätes 4. Dem NIR-Meßgerät 4 nachgeordnet ist ein PC 6. Dieser wiederum korrespondiert mit einem Netzwerkboard 5 mit einem hochgetakteten Mikrochip, welches das neuronale Netz repräsentiert. Abweichend hiervon kann das neuronale Netz auch auf Basis einer Simulationssoftware realisiert sein, die auf dem PC 6 installiert ist, und damit lediglich virtuellen Charakter besitzen.

Im vorgegebenen Beispiel gehen die Ausgaben des NIR-Meßgerätes 4 dem PC 6 zu, welcher mehrere Aufgaben übernimmt:

- Auf dem PC 6 sind die aufgabenspezifischen Lerndateien gespeichert, mit denen das Netzwerkboard 5 auf die zu bewältigende Erkennungsaufgabe vorbereitet wird.
- Er hat die Ausgabesignale des NIR-Meßgerätes 4 zu konvertieren und damit verarbeitbare Signalwerte für die Eingangsneuronen des neuronalen Netzes im Netzwerkboard 5 zu schaffen und diesem zu übergeben.
- Er übernimmt die Klassifizierung und Endbewertung aller durch das Netzwerkboard 5 ausgegebenen Bewertungsergebnisse der von der Faserstoffprobe 2 gewonnenen spektroskopischen Untersuchungen.
- Er visualisiert die Ergebnisse der Endbewertung. Die Visualisierung kann sowohl auf einem Bildschirm des PC 6 als auch mittels eines angeschlossenen, nicht dargestellten Druckers geschehen.
- Er führt, sofern erforderlich, eine dauerhafte Speicherung der Untersuchungs- und Bewertungsergebnisse durch und erfüllt so die Aufgabe einer Prozeßprotokollierung.
- Er besitzt auch eine Steuerungsfunktion für die nachfolgende Sortieranlage 7 für die Alttextilien. Entsprechend dem Ergebnis der Bewertung der von der Faserstoffprobe 2 gewonnenen spektroskopischen Untersuchungsergebnisse wird die Sortieranlage 7 zu einer spezifischen Behandlung (Einordnung in eine bestimmte Klasse) der Faserstoffprobe 3 veranlaßt.

Erfolgt die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens an einer Mischanlage für Faserstoffe, so wäre es Aufgabe des PC 6, ein analoges oder digitales, dem Mischungsverhältnis entsprechendes Ausgangssignal an eine externe Anzeige- oder Regeleinrichtung auszugeben bzw. bei Abweichungen von einem Sollwert des Mischungsverhältnisses, der von dem Netzwerkboard 5 festgestellt wird, eine Veränderung der Zugabe-/Zumischungsparameter zu veranlassen.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung auch mehrfach nacheinander angeordnet sein kann. Dies ist z. B. in Sortieranlagen für Alttextilien vorstellbar, wenn nacheinander mehrere Erkennungsprozesse erforderlich sind, um zunächst eine Grob- und danach eine Feinsortierung durchzuführen. Es versteht sich von selbst, daß die neuronalen Netze der aufeinanderfolgenden Vorrichtungen dann mit unterschiedlichen Lerndateien anzulernen sind. Während das neuronale Netz, dem die Grobsortierung obliegt, mit einer Lerndatei vorbereitet werden muß, die eine möglichst große Zahl von Targets repräsentiert, ist das neuronale Netz für die Feinsortierung mit einer spezifisch auf die in diesem Schritt zu erwartenden Faserstoffkomponenten abgestimmten Lerndatei anzulernen.

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

- 1 Transportband
- 2 Faserstoffprobe
- 3 Erkennungseinheit
- 4 NIR-Meßgerät
- 5 Netzwerkboard
- 6 PC
- 7 Sortieranlage
- m Anzahl von Lernschritten
- n Anzahl von spektroskopischen Untersuchungen je Faserstoffprobe

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Erkennung von textilen Faserstoffen bzw. Gemischen hiervon, bei dem eine Faserstoffprobe einer Infrarot-Spektraluntersuchung unterzogen wird, deren Ergebnis einem neuronalen Netz vorgelegt und von diesem unter Nutzung zuvor angelernter Profile ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß
 - die Infrarot-Spektraluntersuchung der unmodifizierten Faserstoffprobe im nahen Infrarotbereich (NIR) als optische Reflexionsmessung erfolgt,
 - die Faserstoffprobe in kurzen zeitlichen Abständen mehrfach nacheinander der Spektraluntersuchung unterzogen wird,
 - die Ergebnisse jeder Spektraluntersuchung (Testfile) durch das neuronale Netz ausgewertet werden und
 - aus den einzelnen Auswertungsergebnissen des neuronalen Netzes ein die Faserstoffprobe identifizierendes Gesamtergebnis ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anlernprozeß des neuronalen Netzes mittels optimierter, auf das Erkennungsziel abgestellter Lerndateien erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Lerndateien mit den Targets belegt sind, die einer zu erwartenden Materialzusammensetzung der zu untersuchenden Proben entsprechen.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Anlernprozeß zur Vorbereitung des neuronalen Netzwerkes auf eine Erkennungsaufgabe in einer der Erkennungsaufgabe angepaßten, optimierten Zahl von Lernschritten erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Wechsel der Erkennungsaufgabe das neuronale Netz schnell mittels einer an diese angepaßten Lerndatei auf die neue Erkennungsaufgabe eingestellt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

net, daß die Spektraluntersuchung mehrfach an der gleichen Stelle der Faserstoffprobe erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spektraluntersuchung mehrfach an unterschiedlichen Stellen der Faserstoffprobe erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserstoffprobe während der Spektraluntersuchung ortsunveränderlich ist.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserstoffprobe während der Spektraluntersuchung mit Prozeßgeschwindigkeit bewegt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Testfile als Ergebnis einer Spektraluntersuchung so modifiziert wird, daß es von den Eingangsneuronen des neuronalen Netzes verarbeitet werden kann.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Testfile durch ein schnelles Berechnungsverfahren normiert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das die Faserstoffprobe identifizierende Gesamtergebnis visualisiert und/oder gespeichert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das die Faserstoffprobe identifizierende Gesamtergebnis als Ausgangsinformation für einen weiteren Prozeß genutzt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Gesamtergebnis als Ausgangsinformation für einen nachfolgenden Sortierprozeß dient.

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Gesamtergebnis einer Regelung für einen definierten Mischprozeß aufgegeben wird.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Auswertung des Ergebnisses der Spektraluntersuchung durch das neuronale Netz weitere, außerhalb der spektrografischen Untersuchung gewonnenen Kenngrößen der Faserstoffprobe einbezogen werden.

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

- eine spektrografische Erkennungseinheit,
- eine Signalverarbeitungseinheit zur Anpassung und Normierung der Ausgangssignale der spektrografischen Erkennungseinheit,
- ein von der Signalverarbeitungseinheit gespeistes neuronales Netz und
- einen Klassifikator zur Bewertung der Ausgangssignale des neuronalen Netzes.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß dem neuronalen Netz eine Einrichtung zur Visualisierung des Erkennungsergebnisses nachgeordnet ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß dem neuronalen Netz eine Einrichtung zur Weiterverarbeitung des Erkennungsergebnisses nachgeordnet ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das neuronale Netz durch einen hochgetakteten Mikrochip gebildet wird.

21. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das neuronale Netz auf einem Rechner mit entsprechender Software simuliert wird.

22. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung von aufeinanderfolgenden Erkennungsprozessen unterschiedlicher Zielrichtung wie etwa Grob- und Feinsortierung die erfindungsgemäße Erkennungseinheit mehrfach nacheinander

der angeordnet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

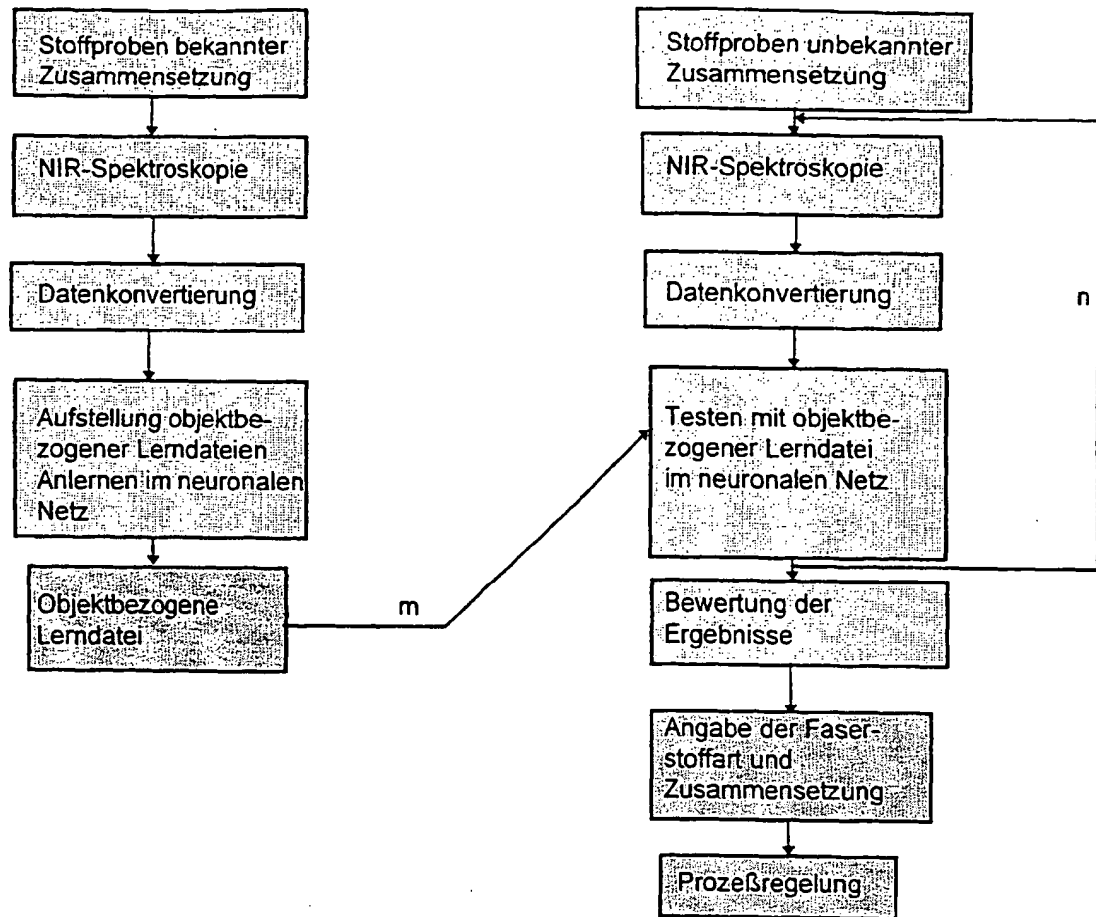


Fig. 1

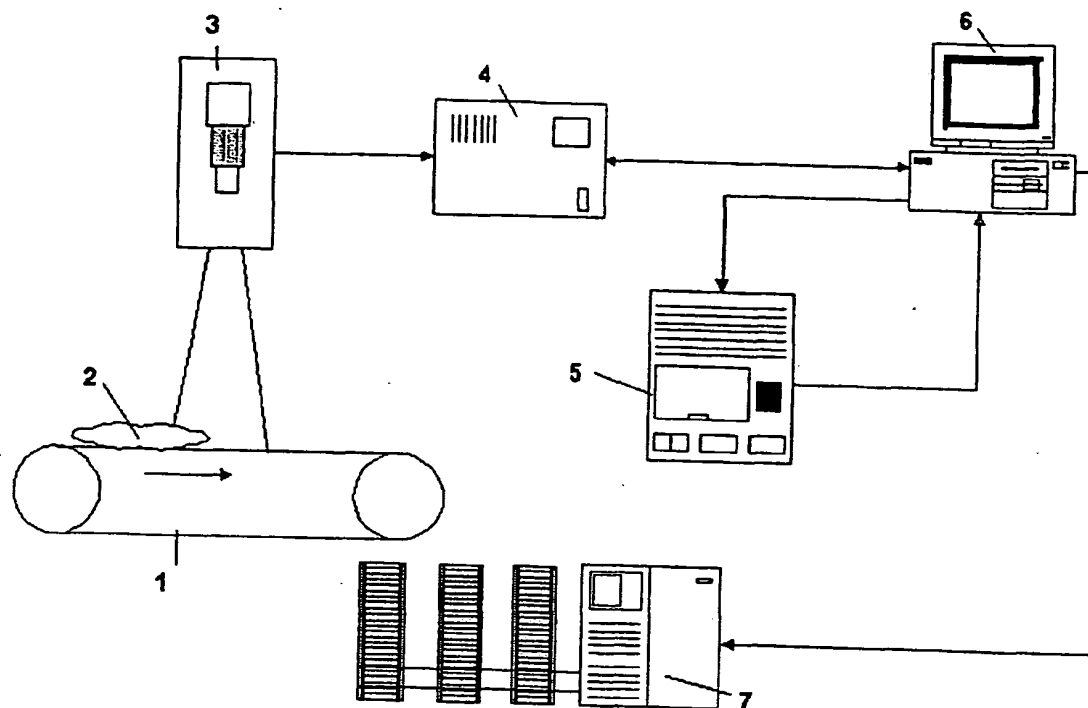


Fig. 4

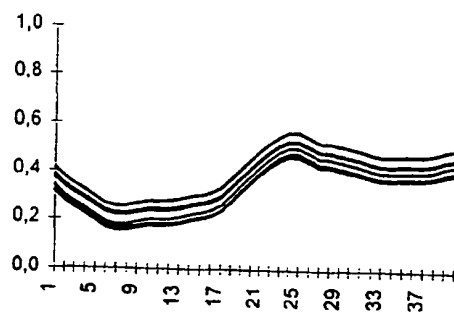


Fig. 2

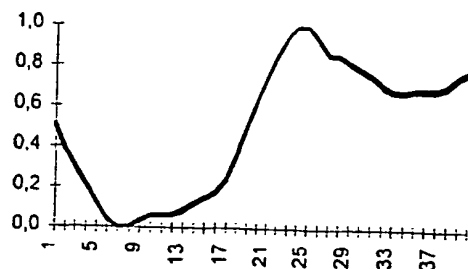


Fig. 3